Le reboisement : pour un avenir *prometteur !*

Plus qu'un besoin, une nécessité

Au Québec, plus de 150 millions de plants sont mis en terre annuellement. Si un même territoire était reboisé avec tous ces plants, il couvrirait plus d'une fois et demie la superficie de l'île de Montréal.

Le reboisement sert à remettre en production les superficies exploitées qui se régénèrent mal naturellement et à augmenter le rendement des forêts. De ce fait, il est un gage de pérennité de la forêt et de développement économique de la société québécoise.

Les raisons qui justifient le reboisement ont évolué depuis quelques années. Ainsi, au cours des deux dernières décennies, le reboisement a souvent été privilégié pour remettre en production les superficies qui ont fait l'objet de coupes forestières. Plus récemment, les forestiers ont mis davantage l'accent sur les méthodes sylvicoles qui favorisent la régénération naturelle. Malgré cela, on estime qu'entre 15 et 20 % des superficies coupées annuellement doivent être reboisées pour leur permettre de se régénérer suffisamment avec les essences désirées.

Le reboisement constitue également un moyen très efficace pour augmenter la productivité de nos forêts et obtenir ainsi un rendement accru. Le rendement annuel moyen des forêts naturelles est généralement inférieur à 2 m^3 par hectare (ha), alors qu'il n'est pas rare d'obtenir un rendement variant de 5 à 10 m^3/ha avec les plantations. Cet écart peut être encore plus considérable. En effet, la sélection des arbres les plus performants et le recours aux espèces à croissance rapide, comme les peupliers et les mélèzes, permettent d'accroître la productivité des forêts.

On peut également reboiser pour prévenir l'érosion, protéger les sols et les cours d'eau, créer des brise-vent ou pour remettre en production des terrains dégradés et des friches agricoles. En outre, le reboisement est de plus en plus perçu comme un moyen important pour capter le gaz carbonique, principale cause de l'effet de serre et par conséquent du réchauffement de la planète.

Par ailleurs, le reboisement peut servir à accroître les superficies vouées à la récréation ou à la conservation intégrale des forêts naturelles. En effet, le rendement additionnel lié au reboisement et à la sylviculture intensive permettrait de réduire les superficies des forêts naturelles exploitées sans réduire le volume total de bois récolté.

Chaque année, les activités reliées au reboisement procurent du travail saisonnier à environ 2 600 personnes dont le tiers sont des étudiants. Ces travailleurs s'éloignent en moyenne de plus de 450 km de leur domicile pour mettre en terre environ 1 400 plants quotidiennement. Ils sont les faiseurs de forêts.
Photo : MRN

Québec

101-06286/

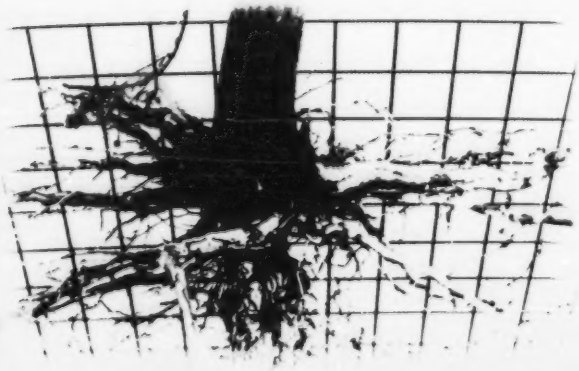
Producteurs de plants forestiers au Québec
Géomatique Direction de la Recherche Forestière

La recherche : un soutien essentiel aux pépiniéristes

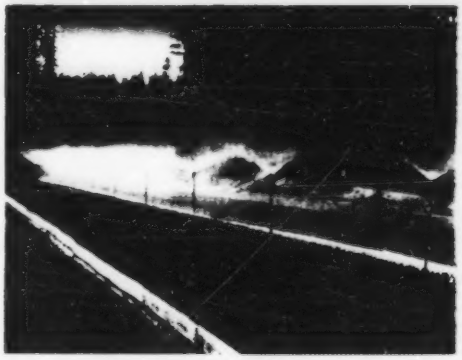
Les travaux de recherche et de développement, réalisés de concert avec les pépinières privées et celles du Fonds forestier, ont contribué à développer de nombreux outils et des techniques innovatrices afin de permettre aux producteurs d'expédier des plants de qualité sur les sites de reboisement. À titre d'exemple, l'approche de nutrition minérale, conçue par des chercheurs de la DRF, permet aux producteurs de fertiliser les plants en fonction de leurs besoins hebdomadaires en éléments minéraux. À cet effet, le logiciel *Plantec* a été développé pour utiliser cette approche sur une base opérationnelle.

L'introduction des PFD et l'importance des malformations racinaires observées dans les cultures en récipients et en plantations ont conduit au développement et à l'utilisation à grande échelle de récipients à parois ajourées. La culture des semis dans ces récipients a nécessité la mise au point de techniques précises d'irrigation et de fertilisation dans le but d'obtenir une croissance adéquate des plants et une protection accrue de la qualité des eaux souterraines en pépinière. En plus d'approfondir nos connaissances sur les processus de transformation de l'azote qui prévalent dans les sols des pépinières, un logiciel de simulation (*Sylvie*) a été développé par l'INRS-Eau, en collaboration avec la DRF, pour prédire les pertes de nitrates (NO_3^-) et de pesticides sous les cultures à racines nues.

Un autre problème que la DRF a contribué à solutionner est celui des gels au printemps et à l'automne, qui sont des ennemis de taille pour les pépiniéristes.



Exemple de développement racinaire d'un plant de pin gris cultivé dans un récipient à parois ajourées après cinq ans en plantation (bonne distribution verticale sur 360° des nouvelles racines)
Photo : S. Richard



Trop ou pas assez d'eau et d'engrais ? Le calibrage des systèmes d'irrigation est un des composantes essentielles à la croissance des plants. Exemple de système utilisé pour l'irrigation des cultures extérieures produites en récipients : patron d'arrosage carré de 7,3 m x 7,3 m.
Photo : MRN

Des techniques de protection hivernale ont été développées en pépinière et sont maintenant utilisées à grande échelle pour diminuer les pertes de plants provoquées par le gel. De plus, pour aider les pépiniéristes à gérer efficacement la phase d'acclimatation au froid des semis à l'automne, des modèles mathématiques, qui identifient le niveau de tolérance au gel des plants, sont en cours de développement.

Par ailleurs, il est important de maintenir un réseau de plantations comparatives

pour mieux certifier la qualité des plants produits dans les pépinières. Ce réseau permet en effet d'établir des liens entre les caractéristiques des semis produits en pépinière et leur performance en plantation. Ce type de plantations est précieux, car il permet également de confirmer les meilleurs traitements identifiés en pépinière.

Les plantations... une suite logique !

Les travaux de recherche de la DRF couvrent la plupart des aspects liés au reboisement, comme la fertilisation des stations, le dégagement, les éclaircies précommerciale et commerciale, l'élagage, ainsi que la culture des espèces à croissance rapide (ligniculture). Les connaissances et le développement de techniques liées à l'établissement et à l'entretien des plantations sont désormais une préoccupation importante. Par exemple, des dispositifs de recherche ont été établis pour déterminer le choix de l'espèce, le type de plants requis ainsi que les effets de la fertilisation et de la préparation de terrain pour régénérer les stations à sols minces, comme ceux de la Côte-Nord. Les résultats obtenus cinq ans après l'établissement de ces plantations font ressortir l'importance de ces facteurs et plus particulièrement l'intensité de la préparation du terrain pour augmenter la productivité des plantations.

De façon plus globale, des études sur les éclaircies commerciales ainsi que sur la croissance et le rendement des plantations résineuses sont basées sur un réseau de parcelles d'échantillonnage réparties sur l'ensemble du territoire forestier québécois. Les tables de rendement produites grâce à ces travaux constituent un outil essentiel aux gestionnaires de la forêt pour concevoir les plans d'aménagement, planifier et prédire les récoltes, ainsi que pour respecter la capacité de production en matière ligneuse de la forêt. D'autres études, qui portent sur la forme des tiges, ont permis de produire des tarifs de cubage plus précis et plus polyvalents. Cette approche permet de prédire non seulement le volume total de la tige, mais aussi le volume partiel entre n'importe quelle hauteur ou diamètre le long de la tige.

Élagage au moyen de la scie manuelle. Malgré la mécanisation de l'opération, la scie manuelle demeure encore l'outil le plus approprié tant du point de vue de la qualité d'exécution que de la rentabilité économique.
Photo : G. Cyr

Un facteur clé pour la croissance des arbres

La lumière est très souvent la ressource environnementale qui limite le plus la croissance des plantations. L'absence de dégagement au cours des premières années met trop souvent en péril la plantation en provoquant une perte considérable de croissance, voire la perte de la plantation. Ainsi, le dégagement des plantations dès les premières années, en vue de maîtriser les espèces compétitives, représente l'élément clé de leur réussite. Par conséquent, depuis plusieurs années, le dégagement et l'éclaircie précommerciale ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche. Les résultats obtenus ont permis notamment de préciser les périodes et les fréquences d'interventions en fonction des caractéristiques des plantations et du milieu dans lequel elles se trouvent. Par exemple, les stations fertiles requièrent des interventions plus hâtives et plus fréquentes que celles plus pauvres. Un outil a donc été développé pour déterminer le moment opportun du dégagement mécanique sur la base de l'interception de la lumière par les plantes compétitrices et des besoins du plant.

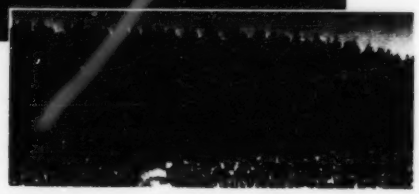
Dans le respect du développement durable

La Stratégie de protection des forêts a conduit à une élimination graduelle des phytocides en milieu forestier. En vue de développer des solutions de rechange à ces herbicides, des études ont notamment été entreprises sur le dégagement mécanique et sur l'utilisation de PFD dans les stations caractérisées par une forte compétition. De plus, un effort important a été consenti afin de mieux intégrer les caractéristiques écologiques des espèces compétitives aux diverses interventions sylvicoles liées aux étapes de la régénération.

La recherche s'intéresse également à l'installation et au rendement des plantations d'épinettes noires dans les stations où la disponibilité pour les éléments nutritifs est un facteur limitatif. On vise notamment à résoudre le problème de la faible croissance de

Plantules d'épinette blanche cultivée en récipients quatre semaines après leur germination.
Photo : S. Richard

Plants d'épinette blanche âgés de trois ans cultivés à racines nues à la pépinière gouvernementale de Grandes-Piles.
Photo : S. Richard



Le pin rouge est une des essences les plus productives en plantation. Cette plantation, âgée de 34 ans, est située à Saint-Valère, région du Centre-du-Québec. Bien que la station soit de qualité moyenne, la production en volume total est de 206 m^3/ha, soit un accroissement annuel moyen de 6,1 m^3/ha.
Photo : G. Prégent

Différents types de récipients utilisés en pépinières. Afin de diminuer les malformations racinaires, les récipients à parois ajourées (en haut à droite) ont remplacé les récipients conventionnels (à parois pleines). Ces récipients sont munis de fentes verticales, qui favorisent le cernage aérien des apex racinaires et la formation de racines traçantes, dont l'architecture s'apparente à celle que l'on rencontre généralement sur des semis croissants en condition naturelle.
Photo : M. Renaud

programme de reboisement destiné à relancer l'économie et à créer des emplois. La production a d'ailleurs dépassé le cap des 250 millions de plants par année au cours de cette période. Cet ambitieux programme de reboisement est à l'origine de la création de 25 pépinières privées, en plus de l'expansion des huit pépinières publiques déjà existantes à cette époque. On estime qu'entre 1988 et 1991 seulement, un milliard de plants ont été produits par ces pépinières, soit : 800 millions de plants en récipients et 200 millions de plants à racines nues. Actuellement, les plants en récipients représentent près de

Un peu d'histoire

Les premières cultures de plants ont été réalisées à la pépinière de Berthierville en 1908, tandis que les premières plantations d'importance ont été établies entre 1913 et 1932, près de la ville de Grand-Mère. On parlait déjà à cette époque de problèmes d'éloignement de la ressource et de rupture de stock, ainsi que du concept de rendement accru pour justifier le recours au reboisement.

Jusqu'en 1960, on produisait annuellement entre un et deux millions de plants résineux à racines nues. Les quantités produites ont cependant beaucoup augmenté depuis cette période. Les décennies 60 et 70 furent caractérisées par des productions annuelles de près de 50 millions de plants, répartis dans plusieurs pépinières gouvernementales. Les années 80, quant à elles, ont été marquées par l'avènement de la production de plants en récipients et par l'élaboration d'un important

90 % de la production annuelle de plants forestiers. Sur les 158 millions de plants qui furent livrés en 2000, 75 % provenaient de pépinières privées et 25 % de pépinières publiques. Plus des deux tiers ont été mis en terre en forêts publiques et le reste en forêts privées.

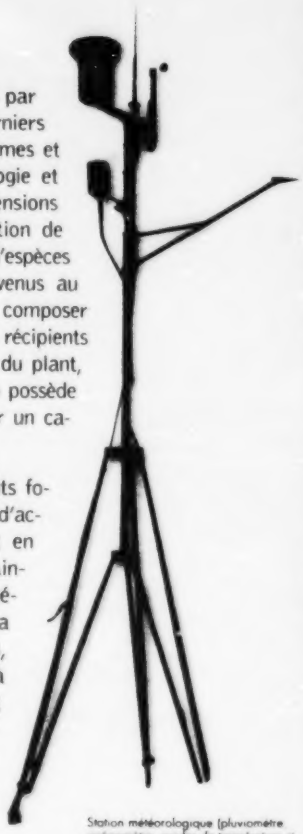
Les peuplements feuillus se régénèrent assez facilement et les territoires qu'ils occupent ne nécessitent généralement pas de reboisement pour assurer leur pérennité. Toutefois, les propriétaires de lots privés ont recours à l'occasion au reboisement avec des espèces feuillues lorsqu'ils désirent implanter des essences particulières (principalement

du peuplier) ou pour régénérer des terres en friche. Cette situation a favorisé la production de plants feuillus au cours des dernières années. Ainsi, le volume annuel de production dépasse aujourd'hui le million de plants, alors que l'on produisait moins de 200 000 plants feuillus avant 1986.

Au fil des ans, le Québec est devenu un chef de file mondialement reconnu en matière de production de plants et de reboisement. Cependant, la production de ces millions de plants en pépinières et la nature intensive de l'aménagement des plantations nécessitent un besoin élevé de connaissances et un soutien important de la part des équipes de recherche de la Direction de la recherche forestière (DRF) du ministère des Ressources naturelles (MRN). L'avènement, en 1968, du Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts, devenu aujourd'hui la DRF, a permis d'approfondir les connaissances, de développer un savoir-faire propre aux conditions climatiques et écologiques québécoises et ainsi d'améliorer significativement toutes les étapes, qui vont de la production de plants jusqu'au reboisement et à l'entretien des plantations.

Produire des plants : le défi de la démesure et de la complexité

La production actuelle de 158 millions de plants forestiers par année constitue un défi de taille pour les pépiniéristes. Ces derniers doivent en effet produire des semis qui répondent à des normes et à des critères très stricts de qualité relatifs à la morphologie et à la physiologie. L'introduction des plants de fortes dimensions (PFD) comme solution alternative aux phytocides, l'utilisation de récipients à parois ajourées et, plus récemment, la culture d'espèces à croissance rapide sont quelques-uns des changements survenus au cours des dernières années. Les pépiniéristes doivent également composer avec plusieurs espèces, âges et types de production (culture en récipients ou à racines nues, modèle de récipient, objectif de croissance du plant, etc.). Chacune des combinaisons « espèce - type de production » possède ses propres exigences de culture, pour lesquelles il faut définir un calendrier de production distinct.

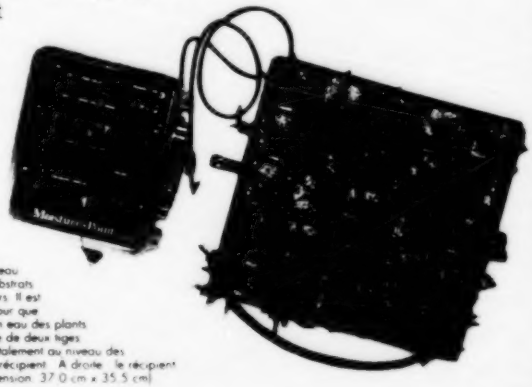


Station météorologique (pluviomètre, anémomètre, sondes de température et d'humidité relative, pyranomètre) permettant de réaliser le suivi des conditions environnementales lors des expériences en pépinière. Ces instruments sont reliés à un système d'acquisition de données (CR10X) qui permet d'enregistrer ces valeurs de façon continue.
Photo : D. Girard

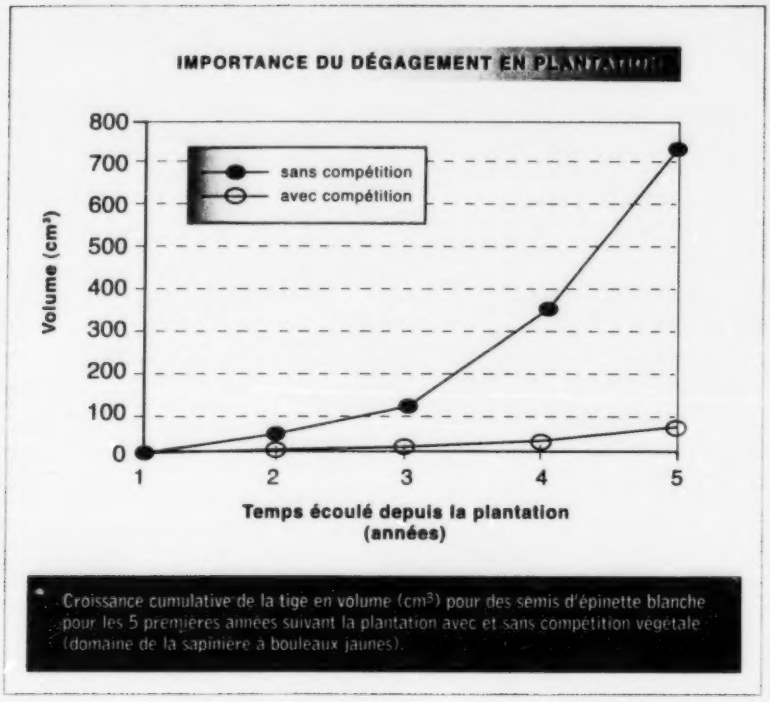
La production de plants forestiers est un secteur d'activité très exigeant et en constante évolution. Ainsi, la complexité des opérations associées à la production de plants, tant en récipients qu'à racines nues, requiert de plus en plus l'utilisation d'outils à la fine pointe de la technologie. À cet effet, les pépiniéristes doivent régulièrement ajuster leurs techniques de culture pour répondre aux nouveaux besoins du MRN, de l'industrie forestière et des gestionnaires de la forêt privée, tout en respectant les exigences environnementales. Ces ajustements se traduisent souvent par des corrections à l'une ou l'autre des étapes de production en pépinière, soit de l'ensemencement jusqu'à la livraison des plants sur les sites de reboisement.

Plants d'épinette blanche âgés d'environ un an produits en récipients à parois ajourées 25-350A dans un tunnel de 100 mètres de longueur. Ce tunnel comprend plus de 100 000 plants. Grâce aux températures plus élevées qui prévalent dans ces abris, les plants ont une meilleure croissance que s'ils étaient cultivés à l'extérieur. Contrairement aux serres, les tunnels ne sont pas chauffés et ne sont pas dotés d'un système d'éclairage qui sert à allonger la durée du jour (photopériode). Dans un an, ils seront cultivés à l'extérieur.
Photo : M. Tourigny

En plus de tous les défis mentionnés précédemment, les pépiniéristes doivent composer avec les caprices de la nature, tels les gels au printemps et à l'automne, les problèmes liés aux insectes, aux maladies et aux fortes précipitations. Les mauvaises herbes créent également une forte compétition avec les plants à racines nues pour la disponibilité des engrais et de l'eau. Tous ces aléas de la nature exigent d'approfondir nos connaissances pour réussir à atteindre les objectifs de production.



A gauche : le MP 917 sert à mesurer la teneur en eau (% v/v) dans les sols (plants à racines nues) ou substrats (plants en récipients) des cultures de plants forestiers. Il est utilisé dans la majorité des pépinières publiques pour que l'irrigation des cultures corresponde aux besoins en eau des plants. Chaque sonde, munie de deux diodes et constituée de deux tiges parallèles en acier inoxydable, est insérée horizontalement au niveau des fentes de cinq cavités adjacentes, à mi-hauteur du récipient. A droite : le récipient à parois ajourées de 25 cavités (IPL 25-350A dimension : 37,0 cm x 35,5 cm).
Photo : M. Renaud



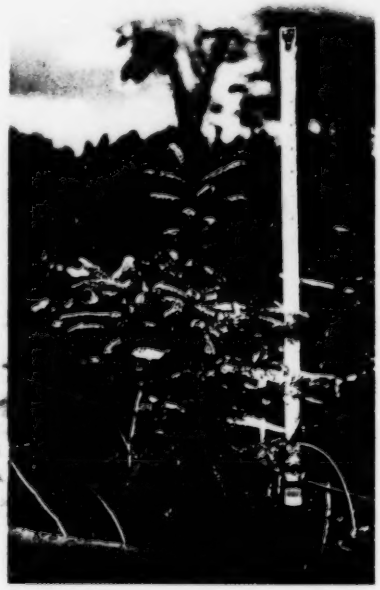
Croissance cumulative de la tige en volume (cm^3) pour des semis d'épinette blanche pour les 5 premières années suivant la plantation avec et sans compétition végétale (domaine de la sapinière à bouleaux jaunes).

certaines plantations en présence de kalmia ou de cladonies. Ces plantes sont en effet responsables des problèmes de régénération et de ralentissement de la croissance des épinettes noires. Plusieurs causes sont susceptibles d'expliquer ce phénomène, mais une trop faible disponibilité des éléments nutritifs pourrait être la principale.

Le régime hydrique des microsites de plantation sur les stations humides représente un autre champ d'intérêt. L'importance de préserver les microsites surélevés lors des opérations forestières et de les sélectionner pour la plantation future des épinettes noires sur ce type de terrain a ainsi été démontré.

Pour ne pas frapper un nœud

L'élagage des plantations favorise l'obtention de bois de sciage de qualité. Ce traitement améliore les propriétés mécaniques et la valeur du bois par son effet sur le défilement de la tige, l'arrêt de production de bois juvénile et la formation de bois exempt de nœuds. Cette approche est encore peu utilisée au Québec, mais sa popularité pourrait s'accroître au cours des prochaines années, compte tenu de l'importance de la qualité du bois pour le marché du bois d'œuvre. Ainsi, des recherches se poursuivent afin de déterminer les outils à privilégier, l'âge et le moment d'intervention dans l'année, ainsi que la hauteur optimale d'élagage.



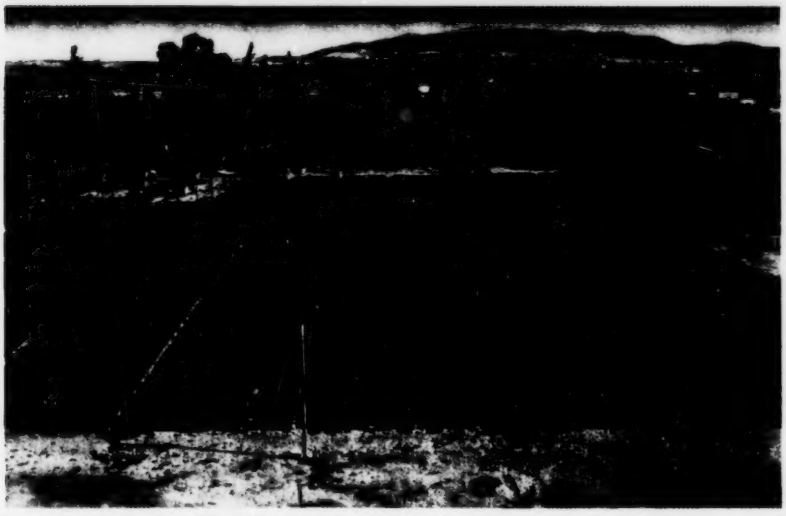
Épinette noire à racines nues plantée sur un microsite surélevé dans une tourbière de la Seigneurie de Beaurivage, Saint-Gilles-de-Lotbinière.
Photo : V. Roy

Le Québec : un leader mondial dans la production de plants forestiers

Les forêts naturelles et les plantations revêtent un caractère social et économique d'importance. La majorité de la population rurale des pays en voie de développement tire l'essentiel de son revenu et de sa subsistance de la forêt. En effet, le bois de chauffage, le charbon de bois, le pâturage, ainsi que la cueillette de plantes médicinales et de champignons comestibles sont autant de biens nécessaires à leur subsistance. Toutefois, ces besoins ont entraîné depuis 20 ans un recul des superficies boisées de plus de 15 millions d'hectares par année. Dans le monde entier, deux personnes sur cinq, soit environ 3 milliards d'individus, utilisent du bois pour se chauffer ou pour cuire leurs aliments, et quelques 100 millions de personnes font face à une grave pénurie de bois.

Le savoir-faire des Québécois dans le domaine de la production de plants est très prisé à l'échelle mondiale. Voici quelques exemples où cette expertise a été mise à profit pour moderniser le secteur des pépinières forestières et produire des plants de qualité dans plusieurs pays, comme la France, la Chine, la Tunisie, le Maroc et le Nicaragua.

Cette régression des écosystèmes forestiers a pour conséquences la baisse de la productivité des terres sous l'effet de l'érosion, l'envasement des barrages, l'augmentation des risques d'inondation et une accentuation des processus de désertification. Dans ce cadre, l'expertise québécoise a démontré son efficacité dans la modernisation de pépinières pilotes et dans l'introduction de nouvelles approches adaptées aux problèmes rencontrés dans chaque pays. Ce transfert de technologies a été financé par des organisations internationales de développement et il s'est effectué grâce à la participation active du personnel de la DRF, du secteur privé et des universités québécoises. Cette expertise sur la production de plants a été spécialement adaptée et introduite avec succès dans plusieurs pays comme la Chine, la Tunisie, le Maroc et le Nicaragua. À titre d'exemple, la modernisation de certaines pépinières forestières en Tunisie a permis d'améliorer le taux de survie et la croissance des plants sur les sites de reboisement. Actuellement, les chercheurs travaillent en étroite collaboration avec divers organismes tunisiens et français sur l'adaptation des techniques d'irrigation développées au Québec et à leur mise en application dans ces deux pays. Les résultats de ce projet ont des applications immédiates dans les zones semi-arides et arides, où la gestion de l'eau représente un enjeu capital en matière de développement durable.



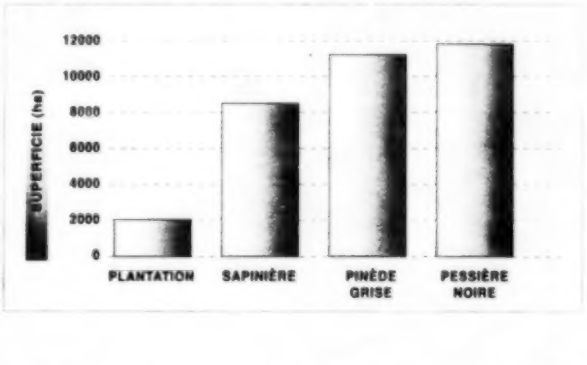
Exemple d'une pépinière pilote installée en Tunisie [Projet Banque mondiale N° 3601, Direction générale des Forêts (Tunisie), Pampev Internationale - (Québec)]
Photo : M.S. Lamhamedi

Par ailleurs, quelques centres de recherche et une pépinière française utilisent l'approche de la nutrition minérale développée au Québec pour la fertilisation de leurs cultures. Grâce au logiciel de gestion des cultures *Plantec*, développé par la DRF, l'approche minérale est désormais appliquée sur une base opérationnelle. En outre, les chercheurs de la DRF participent à la formation de pépiniéristes, d'étudiants et de stagiaires québécois et étrangers sur tous les aspects liés à la culture de plants forestiers en pépinière.

Perspectives d'avenir

Les besoins grandissants de la société québécoise en ce qui concerne la matière ligneuse et la conservation intégrale confirment l'importance du reboisement pour les prochaines années. La DRF implante depuis 30 ans ses dispositifs expérimentaux dans toutes les régions, afin de mieux répondre aux besoins de ses clients. Le centre de recherche a en effet adopté une approche centrée sur les attentes de sa clientèle, qui l'a amené à considérer, par exemple, les essences à croissance rapide, pour lesquelles la demande augmentera significativement au cours des prochaines années. Actuellement, les chercheurs dirigent leurs efforts pour définir les régies de culture (choix du récipient, irrigation, nutrition minérale...) des semis et des boutures de mélèzes hybrides. Des expériences seront bientôt entreprises pour définir les standards de croissance pour le pin gris, le pin rouge, le pin blanc, le peuplier et l'épinette de Norvège. En outre, les recherches sur le lessivage des éléments minéraux se poursuivront, afin de mettre en place des régies de culture qui assurent une protection accrue de l'environnement. Les chercheurs étudient l'influence de travaux sylvicoles liés aux plantations, par exemple, ceux qui traitent des dégagements et des éclaircies pré-commerciales, de la diversité floristique, de la structure et de la productivité de la plantation. D'autres études se penchent sur le maintien d'une composante résineuse après coupe dans des peuplements mixtes par le recours à des plantations. Celles-ci sont alors effectuées dans des trouées de dimensions relativement faibles.

Tous ces travaux de recherche permettront d'améliorer le rendement de nos forêts et d'augmenter la qualité du bois récolté. La recherche sur le reboisement est un investissement très rentable. L'application de ces résultats permet d'obtenir plus de bois et génère des emplois dans différents secteurs économiques. À titre d'exemple, une étude économique sur la sélection génétique de l'épinette de Norvège a démontré que les investissements totaux (400 000 $) en travaux de recherche permettront aux gouvernements de bénéficier de revenus supplémentaires annuels de 777 000 $ et ce, en dépit du faible niveau de reboisement pour cette essence. Les coûts de la recherche sur plus de 20 ans seraient donc amortis en moins d'une année seulement. Ce principe peut s'appliquer à la plupart des autres recherches sur le reboisement, qui permettent un rendement accru de la matière ligneuse, tout en assurant la pérennité de nos forêts.



GRAPHIQUE : Les forêts naturelles requièrent des superficies beaucoup plus grandes pour obtenir les mêmes rendements. Ainsi, sur les stations de qualité moyenne, il faut de 4 à 6 fois plus d'hectares de forêts naturelles de sapins, de pins gris ou d'épinettes noires pour obtenir un rendement équivalent à celui d'une plantation. Avec les forêts naturelles moins productives ou de faible densité, ces écarts sont encore plus importants.

Pour obtenir de plus amples informations, contacter :

Direction de la recherche forestière
Forêt Québec
2700, rue Einstein
Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8
Téléphone : (418) 643-7994
Télécopieur : (418) 643-2165
Courriel : rech.for@mrn.gouv.qc.ca
Site web : www.mrn.gouv.qc.ca/drf

© Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles
Dépôt légal, Bibliothèque nationale
du Québec, 2001
ISBN 2-550-373552-9
Code de diffusion : 2001-3049

Chercheurs qui ont collaboré à la rédaction :
Jean Gagnon, ing.f., M.Sc.
Guy Prégent, ing.f., M.Sc.
Benoît-Marie Gingras, ing.f., M.Sc.
Mohammed S. Lamhamedi, ing.f., *Ph.D.*
Vincent Roy, ing.f., *Ph.D.*
Guillaume Cyr, ing.f., M.Sc.

Pour en connaître davantage :

CYR, G., 1999. L'élagage des résineux - Revue de littérature. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Rapport interne nº 449, 10 p.

GAGNON, J., M. LAROCQUE, O. BANTON et C. CAMIRÉ, 2001. Sylvie 2.1 : un logiciel de prédiction du lessivage des nitrates et du contenu du sol en azote inorganique destiné aux cultures à racines nues des pépinières forestières. Étude de cas pour une production d'épinettes noires de la pépinière de Saint-Modeste. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière (sous presse).

GINGRAS, B. M., 1994. Étude sur le cernage racinaire de plants produits en récipients. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière nº 111, 55 p.

GINGRAS, B. M. et S. RICHARD, 1999. Bilan du développement des récipients à parois ajourées : culture des semis en pépinière et performance en plantations comparatives. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière nº 130, 74 p.

GINGRAS, B. M., S. RICHARD et N. ROBERT, 2001. Bilan après cinq ans en plantations comparatives de plants résineux de fortes dimensions et de feuillus cultivés dans des récipients à parois ajourées. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière (sous presse).

GIRARD, D., J. GAGNON, et C.-G. LANGLOIS, 2001. PLANTEC: un logiciel pour gérer la fertilisation des plants dans les pépinières forestières. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière nº 111, 8 p.

JOBIDON, R. et L. CHARETTE, 1997. Effets après 10 ans du dégagement manuel simple ou répété et de la période de coupe de la végétation de compétition sur la croissance de l'épinette noire en plantation. Can. J. For. Res. 27 : 1979-1991.

JOBIDON, R., 1995. Autécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. Revue de littérature. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière nº 117, 180 p.

JOBIDON, R., 2000. Density - dependent effects of northern hardwood competition on selected environmental resources and young white spruce (Picea glauca) plantation growth, mineral nutrition, and stand structural development - A 5-year study. For. Ecol. & Manag. 130 : 77-97.

LAMHAMEDI, M.S., G. LAMBANY, M. RENAUD, L. VEILLEUX et S. PLAMONDON, 2000. Gestion de l'irrigation en pépinière et évaluation des semis d'épinette blanche produits dans les récipients à parois ajourées. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière nº 138, 36 p.

LAMHAMEDI, M.S., L. VEILLEUX, M. RENAUD, F. TALBOT, D. GIRARD et P. LAURENDEAU, 2000. Effets de trois modes de culture (ombrière, plastique micro-perforé et tunnel) sur l'endurcissement des semis d'épinette blanche (1 + 0) produits à la pépinière de Trécesson. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière nº 110, 16 p.

LAMHAMEDI, M.S., Y. AMMARI, B. FECTEAU, J.-A. FORTIN et H. MARGOLIS, 2000. Problématique des pépinières forestières en Afrique du Nord et stratégies d'orientation. Cahiers Agriculture 9 : 369-380.

LANGLOIS, C.-G. et J. GAGNON, 1993. A global approach to mineral nutrition based on the growth needs of seedlings produced in forest tree nurseries. Dans : N. J. Barrow, éd. Plant Nutrition-From Genetic Engineering to Field Practice. Proceedings of the 12th International Plant Nutrition Colloquium, 21-26 September 1993, Perth, Western Australia. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Pays-Bas : 303-306.

PREGENT, G. et S. VEGIARD, 2000. Rendement anticipé des plantations d'épinettes noires dans les domaines écologiques de la pessière noire. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Service de la sylviculture et du rendement des forêts. Note de recherche forestière nº 109, 12 p.

PREGENT, G., 1998. L'éclaircie des plantations. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière nº 133, 38 p.

ROY, V., A.P. PLAMONDON et P.Y. BERNIER, 2000. Draining forested wetland cutovers to improve seedling root zone conditions. Scand. J. For. Res. 15: 58 - 67.

ROY, V., P.Y. BERNIER, A.P. PLAMONDON et J.-C. RUEL, 1999. Effect of drainage and microtopography in forested wetlands on the microenvironment and growth of planted black spruce seedlings. Can. J. For. Res. 29: 563 - 574.

Québec
Ministère des Ressources naturelles